

02975.000130



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Kazuo IIZUKA et al.

Application No.: 10/762,468

Filed: January 23, 2004

For: PROJECTION EXPOSURE MASK, PROJECTION
EXPOSURE APPARATUS, AND PROJECTION
EXPOSURE METHOD

)
: Examiner: Unassigned
)
: Group Art Unit: Unassigned
)
:
)
:
) March 9, 2004
:
)

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is one
certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2003-025174, filed January 31, 2003.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C., office by
telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our address
given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicants
Steven E. Warner
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

CFV00130
U.S.

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 3 1 日
Date of Application:

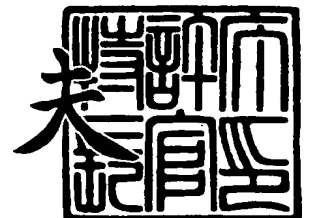
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 2 5 1 7 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 2 5 1 7 4]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 251993

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 投影露光用マスク、投影露光用マスクの製造方法、投影露光装置、投影露光方法、投影露光用マスクを用いた被露光部材の製造方法および被露光部材

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 田中 信義

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 磯端 純二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 飯塚 和央

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100067541

【弁理士】

【氏名又は名称】 岸田 正行

【選任した代理人】

【識別番号】 100104628

【弁理士】

【氏名又は名称】 水本 敦也

【選任した代理人】

【識別番号】 100108361

【弁理士】

【氏名又は名称】 小花 弘路

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044716

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投影露光用マスク、投影露光用マスクの製造方法、投影露光装置、投影露光方法、投影露光用マスクを用いた被露光部材の製造方法および被露光部材

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被露光部材に連続パターンを露光するための第 1 のマスクパターンと、前記被露光部材に不連続パターンを露光するための第 2 のマスクパターンとを有し、

前記第 1 および第 2 のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンであることを特徴とする投影露光用マスク。

【請求項 2】 露光部材に連続パターンを露光するための第 1 のマスクパターンと、前記被露光部材に不連続パターンを露光するための第 2 のマスクパターンとを有し、前記第 1 および第 2 のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンである投影露光用マスクの製造方法であって、

表面に反射膜が形成された透明基板を用意する第 1 の工程と、

前記反射膜上にレジストを塗布し、該レジストに対する前記反射型マスクパターンを形成するためのベース部および前記透過型マスクパターンの形状の露光および現像を行う第 2 の工程と、

前記第 2 の工程により現像された、前記ベース部および前記透過型マスクパターンの形状を有する反射膜上にレジストを塗布して、前記ベース部上のレジストに前記反射型マスクパターンの形状を露光し、現像を行う第 3 の工程と、

前記第 3 の工程によりレジストが除去された部分の反射膜上に反射防止膜を形成する第 4 の工程と、

前記第 3 の工程により現像され残存した前記反射型マスクパターンの形状のレジストを除去する第 5 の工程とを有することを特徴とする投影露光用マスクの製造方法。

【請求項 3】 被露光部材に連続パターンを露光するための第 1 のマスクパ

ターンと、前記被露光部材に不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを有し、前記第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンである投影露光用マスクと、

前記反射型マスクパターンおよび前記透過型マスクパターンからの光を前記被露光部材に投射する投影系と、

前記反射型マスクパターンに、前記投影系の側から光を照射する第1の照明系と、

前記透過型マスクパターンに、前記マスクを挟んで前記投影系とは反対側から光を照射する第2の照明系と、

前記被露光部材を前記投影系の投射光軸に対し略垂直な方向に移動させる基板ステージとを有することを特徴とする投影露光装置。

【請求項4】 被露光部材に連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、前記被露光部材に不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを有し、前記第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンである投影露光用マスクと、前記反射型マスクパターンおよび前記透過型マスクパターンからの光を前記被露光部材に投射する投影系とを使用し、

前記反射型マスクパターンに前記投影系の側から光を照射し、かつ前記透過型マスクパターンに前記マスクを挟んで前記投影系とは反対側から光を照射して、さらに前記被露光部材を前記投影系の投射光軸に対し略垂直な方向に移動させることを特徴とする投影露光方法。

【請求項5】 被露光部材に連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、前記被露光部材に不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを有し、前記第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンである投影露光用マスクを、前記被露光部材への前記両マスクパターンの像の投影が可能な位置に設置する工程と、

前記両マスクパターンからの光を前記被露光部材に投射し、前記被露光部材を

該被露光部材に投射される光の光軸に対し略垂直な方向に移動させる工程とを有することを特徴とする投影露光用マスクを用いた被露光部材の製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の製造方法を用いて製造されたことを特徴とする被露光部材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被露光部材に対してパターンを露光転写するフォトマスク、レチクル等の投射露光用マスク（原版）、このマスクの製造方法、このマスクを用いる投影露光装置および被露光部材の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図 18 には、液晶ディスプレイパネル等の大型の被露光基板への回路パターンの露光転写に用いられる投影露光装置を示している。

【0003】

図中、51 はマスク、52 は台形ミラー、53 は凸面鏡、54 は凹面鏡、55 は被露光基板である。

【0004】

この露光装置において、被露光基板 55 上に回路パターンを転写する場合、写真でいうネガフィルムに相当するマスク 51 に露光光 L を照射する。マスク 51 に形成されたパターン（マスクパターン）を透過した露光光 L は投影系としての台形ミラー 52、凸面鏡 53 および凹面鏡 54 を介して該マスクパターンの像を形成する。マスクパターン像の結像位置には被露光基板 55 が配置されており、これにより被露光基板 55 に回路パターンが露光される。

【0005】

ここで、大型の被露光基板に所望の回路パターンを一括露光可能な大口径の投影系を装備することは、装置の面積、重量、安定性およびコスト的に不都合が多い。このため、マスクパターンの一部の像をスリット状に結像させる投影系を用い、マスクと被露光基板とを投影系に対して同期させて移動させる（スキャン駆

動させる) ことで、マスクにおける露光光の照射領域および被露光基板上の露光領域がスキャンされるようにし、小規模の投影系により大型被露光基板へのパターン露光を行うことが多い。

【0006】

この場合、被露光基板 55 上に形成するマスクパターン像の大きさおよび投影系の投影倍率を加味した大きさのマスク 51 と被露光基板 55 とを、露光光量を制御しつつ一定スピードで図中の白抜き矢印方向に移動させてスキャン露光を行う。図 17 に示した露光装置の場合、マスク 51 および被露光基板 55 はそれぞれ、マスクステージ 57 および基板ステージ 56 上に搭載されており、これらステージ 57, 56 が白抜き矢印方向に駆動されることによってマスク 51 における露光光 L の照射領域および被露光基板 55 上の露光領域がスキャンされる。

【0007】

なお、図 17 に示したような、透過型のマスクを用いる投影露光装置は多く製品化されており、また、マスクパターンで反射した露光光を被露光基板に導き、これを露光するための反射型マスクを用いた投影露光装置としては、特許文献 1 にて提案されているものがある。

【0008】

【特許文献 1】

特開平 11-219900 号公報 (図 1 等)

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

このように、大型の被露光基板に対する回路パターンの露光時にマスクステージと基板ステージとを移動させるスキャン型の露光装置では、以下の問題がある。

【0010】

① 被露光基板の大型化に伴ってマスクも大型化し、マスクの製作コストが増大する。

【0011】

② マスクが大型化することにより、露光装置内でのマスクの自重によるたわ

みが発生し、所要の露光解像力を得ることが難しくなる。

【0012】

③ 露光装置全体が大型化および大重量化する。

【0013】

上記①について詳しく説明する。液晶ディスプレイパネル等の基板を露光する場合、露光する回路パターンは、信号線やゲート線などの連続形状を有するパターンと、例えば、ゲート、ソース、ドレイン、透明ドット電極および蓄積コンデンサ電極などの互いに独立したパターンが繰り返される不連続周期パターンで構成されている。このため、いわゆるステッチング露光方法の採用は連続パターンの作成上で難しい。したがって、露光装置としては一對一の投影倍率で露光処理するのが一般的となり、液晶ディスプレイパネル用の基板の大型化に伴ってマスクも大型化する。これは、マスク製作にかかわる時間、コストにおいても大きな問題となる。

【0014】

また、連続パターンと不連続周期パターンとを分離した工程で処理すると、露光工程が増え、工程管理上およびアライメント上の不都合が発生し、これもマスク作成に要する時間やコストを増加させる要因となる。

【0015】

また、②について詳しく説明する。スキャン型の露光装置において、マスクはその周辺部でのみ支持可能である。このため、マスクが大型化すると、マスクに自重によるたわみが発生し、投影系の焦点深度のマーヅンをマスク側で使ってしまう。したがって、被露光基板側の平面度等の製作マーヅンを確保することが難しくなり、結果として、所要の露光解像力を得ることが難しくなる。

【0016】

以上のことから、本発明は、被露光部材に連続形状パターンと不連続形状パターンを露光するための小型かつ低コストの投影露光用マスク、その製造方法、該マスクを用いた投影露光装置、および該マスクを用いた被露光部材の製造方法を提供することを目的としている。

【0017】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明では、特にスキャン型の投影露光装置に好適な投影露光用マスクにおいて、連続パターンを露光するためのマスクパターンと不連続パターンを露光するためのマスクパターンとを透過型マスクパターンと反射型マスクパターンとに分けている。

【0018】

すなわち、投影露光用マスクに、被露光部材に連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、上記被露光部材に不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを設け、第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンを反射型マスクパターンとし、他方のマスクパターンを透過型マスクパターンとする。

【0019】

ここで、上記投影露光用マスクにおいて、反射型マスクパターンをマスクの一方の表面側から入射した光を反射するものとし、透過型マスクパターンを他方の表面側から入射した光を透過させるものとすることができる。

【0020】

また、両マスクパターンに照射される光の照射領域が直線状又は円弧状のスリット形状を有する場合において、第1のマスクパターンと第2のマスクパターンとを、上記照射領域の長手方向に交互に設けるようにしてもよい。

【0021】

また、上記マスクのうち第1のマスクパターンが設けられている領域の一部に、第1のマスクパターンの最小パターン幅よりも小さい最小パターン幅を有する第3のマスクパターンを設け、この第3のマスクパターンを反射型および透過型のうち第1のマスクパターンと同じ型のマスクパターンとしてもよい。

【0022】

このような投影露光用マスクは、例えば、表面に反射膜が形成された透明基板を用意する第1の工程と、上記反射膜上にレジストを塗布し、該レジストに対する反射型マスクパターンを形成するためのベース部および透過型マスクパターンの形状の露光および現像を行う第2の工程と、第2の工程により現像された、上

記ベース部および透過型マスクパターンの形状を有する反射膜上にレジストを塗布して、ベース部上のレジストに反射型マスクパターンの形状を露光し、現像を行う第3の工程と、第3の工程によりレジストが除去された部分の反射膜上に反射防止膜を形成する第4の工程と、第3の工程により現像され残存した反射型マスクパターンの形状のレジストを除去する第5の工程とを含む製造方法によって製作することができる。

【0023】

また、上記投影露光用マスクを用いる投影露光装置（投影露光方法）には、反射型マスクパターンおよび透過型マスクパターンからの光を被露光部材に投射する投影系と、反射型マスクパターンに投影系の側から光を照射する第1の照明系と、透過型マスクパターンにマスクを挟んで投影系とは反対側から光を照射する第2の照明系と、被露光部材を投影系の投射光軸に対し略垂直な方向に移動させる基板ステージとを設ける。

【0024】

ここで、投影系内において、反射型マスクパターンからの光と透過型マスクパターンからの光とを合成して被露光部材に投射するようにしてもよい。

【0025】

また、第1および第2の照明系のうち第1のマスクパターンに光を照射する照明系は連続照明型の照明系とし、第2のマスクパターンに光を照射する照明系は間欠照明（例えば、パルス照明）型の照明系としてもよい。

【0026】

また、第1および第2の照明系のうち少なくとも一方の照明系から投影露光用マスクに対して、直線状又は円弧状のスリット形状に光を照射してもよい。

【0027】

さらに、第1の照明系からの光が、前記投影系を介して反射型マスクパターンに照射される構成としてもよい。この場合において、投影系に、第1の照明系から反射型マスクパターンに照射される光の光路と、該反射型マスクパターンで反射して被露光部材に投射される光の光路とを分離する（さらには、反射型マスクパターンからの光と透過型マスクパターンからの光とを合成する）光分離素子（

例えば、偏光ビームスプリッタ)を含ませてもよい。さらに、光分離素子として偏光ビームスプリッタを使用する場合には、この偏光ビームスプリッタとマスクとの間に $\lambda/4$ 板を配置してもよい。

【0028】

一方、第1の照明系を投影系外からマスクを照明するものとし、反射型マスクパターンで反射した光が投影系により被露光部材に照射される構成としてもよい。

【0029】

また、上記投影露光用マスクを用いる被露光部材の製造方法は、例えば、上記投影露光用マスクを、被露光部材への両マスクパターンの像の投影が可能な位置に設置する工程と、両マスクパターンからの光を被露光部材に投射するとともに、被露光部材を該被露光部材に投射される光の光軸に対し略垂直な方向に移動させる工程とを含むものとすることができる。

【0030】

この被露光部材の製造方法においては、第1のマスクパターンを連続照明し、第2のマスクパターンを間欠的に照明する。

【0031】

さらに、上記投影露光装置および被露光部材の製造方法において、移動する被露光部材に対する不連続パターンの露光時の露光時間を確保するため、投影系に光を透過する平行平面板を往復揺動可能に設け、この平行平面板の揺動往路又は復路で第2のマスクパターンに光を照射する（つまりは不連続パターンの露光を行う）ようにしてもよい。この場合、平行平面板の揺動中にも第1のマスクパターンに光を照射する（つまりは連続パターンの露光を行う）ようにしてもよい。

【0032】

以上の投影露光用マスク、投影露光装置（投影露光方法）および被露光部材の製造方法を用いることにより、マスクの駆動を行わなくても連続パターンの露光と不連続パターンの露光とを一連の露光工程で完結することが可能となる。

【0033】

また、マスクの駆動を行わずに被露光部材の駆動のみ行うことにより、マスク

における被露光部材の駆動方向での長さを短くすることが可能となり、マスクをその周辺領域で支持した場合でもマスクの自重による変形を抑えられる。さらに、被露光部材のみ駆動制御すればよいので、マスクと被露光部材の双方を同期させて駆動制御する場合に比べて制御が簡素になり、露光性能の信頼性を高めることが可能となる。しかも、マスクの小型化に伴ってマスクを低コスト化することも可能である。

【0 0 3 4】

【発明の実施の形態】

（第 1 実施形態）

図 1 には、本発明の第 1 実施形態である投影露光用マスクの構成（該マスクの表面側から見たときの構成）を示している。また、図 2 には、図 1 における A 部を拡大して示している。

【0 0 3 5】

これらの図において、1 はマスクである。2 は図 1 および図 2 には示さない被露光基板に連続パターンを露光するための第 1 のマスクパターンであり、本実施形態では、マスク 1 の裏面側から照射された照明光を高反射率で反射する反射型マスクパターンとして形成されている。なお、被露光基板が液晶ディスプレイパネルの基板である場合、連続パターンは、ゲートラインや信号ライン等となる。

【0 0 3 6】

3 は被露光基板に、不連続周期パターン（独立繰り返しパターン）を露光するための第 2 のマスクパターンであり、本実施形態では、マスク 1 の表面側から照射された照明光を透過させる透過型マスクパターンとして形成されている。なお、不連続周期パターン（独立繰り返しパターン）は、個々のパターンが相互に連結しない独立性を持ち、かつ所定間隔で繰り返し現れるものであり、被露光基板が液晶ディスプレイパネルの基板である場合、画素パターンやゲート電極等となる。

【0 0 3 7】

4 はマスク 1 に対する照明光の照射領域（照明領域）を示しており、図 1 では、ミラースキャン型の投影露光装置において円弧スリット状の照明領域が形成さ

れる場合を示している。なお、レンズスキャン型の投影露光装置においては、上記照明領域は矩形スリット状になる。

【0038】

図2に示すように、第1のマスクパターン1と第2のマスクパターン3とは、照明領域の長手方向にて交互に配置されている。言い換えれば、第1のマスクパターン1の各ラインの間に第2のマスクパターン3が配置されている。

【0039】

また、図2には明確に表れていないが、実際には、第2のマスクパターン3は円弧スリット状の照明領域に合わせて円弧状に配列されている。なお、照明領域が直線スリット状の場合は、第2のマスクパターン3は該照明領域に合わせて直線上に配列される。

【0040】

また、図1に示すように、本実施形態では、第1のマスクパターン2の長さL1が第2のマスクパターン3が設けられている領域の幅L2よりも図中左方向に長くなっている。これは、後述する投影露光装置において光の利用効率を向上させるための一実施形態であり、該投影露光装置によってこの第1のマスクパターン2の図中左側の部分にも円弧状に照明光が照射され、そこでの反射光も被露光基板の露光に用いられる。

【0041】

図3には、図1に示したマスク1をフォトリソグラフィ工程で製造する手順を示している。

【0042】

図3(a)に示すように、まず、後述する投影露光装置での露光光に対して実質的に透明なマスク基板（例えば、ガラス基板）1aの表面に、該露光光の波長に対して高い反射率を有する材料（例えば、Al, Cu, Au, Ag等）が蒸着されて反射膜5が形成されたものを用意する（第1の工程）。

【0043】

次に、反射膜5の表面にフォトレジスト6をコーティングする。そして、マスク製造用の第1のマスクMを用いて、フォトレジスト6上に、反射型である第1

のマスクパターン 2 の土台となるベース部の形状（像）と第 2 のマスクパターン（透過型マスクパターン） 3 の形状（像）とを露光し、現像およびエッチングを行う（第 2 の工程）。これにより、図 3（b）に示すように、反射膜 5 のうち第 1 のマスクパターン 2 のベース部 5 a と第 2 のマスクパターン 3 の形状を有する部分 5 b（最終的にこの部分が第 2 のマスクパターン 3 となる）とが残存する。

【0 0 4 4】

次に、図 3（c）に示すように、残存した反射膜 5（5 a，5 b）上に再度フोटレジスト 7 をコーティングし、図示しないマスク製造用の第 2 のマスクを用いて、フोटレジスト 7 上に第 1 のマスクパターン 2 の形状を露光し、現像する（第 3 の工程）。これにより、図 3（d）に示すように、第 1 のマスクパターン 2 の形状を有したフोटレジスト 7 a が残存する。

【0 0 4 5】

次に、反射膜 5（5 a，5 b）上のうちフोटレジスト 7 a が残存している部分を除いた部分およびマスク基板 1 a のうち図 3（b）の状態にて露出した部分に、反射防止膜 8 を蒸着する（第 4 の工程）。

【0 0 4 6】

その後、残存していたフोटレジスト 7 a を除去する（第 5 の工程）。以上により、図 3（e）に示すように、反射膜で構成される第 1 のマスクパターン 2 のみが露出し、第 2 のマスクパターン 3 を含む他の部分が反射防止膜 8 でコーティングされたマスク 1 を、マスク基板 1 の片側の面上での工程のみで容易に製造することができる。

【0 0 4 7】

上記製造工程で製造されたマスク 1 では、図 3（e）での上方（裏面側）から照射された光のうち、反射防止膜 8 が形成されていない（露出した）第 1 のマスクパターン 2 に入射した光のみが高い反射率で上方に反射する。また、図 3（e）での下方（表面側）からマスク基板 1 に照射されてマスク基板 1 を透過した光のうち、マスク基板 1 に接している反射防止膜 8 の部分（反射膜 5 a と 5 b の間の部分）を透過した光のみが上方に進む。

【0 0 4 8】

図4には、上述したマスク1を用いたミラースキャン型投影露光装置を示している。図4において、23、24および25はそれぞれ、凸面鏡、凹面鏡および被露光基板（大画面液晶ディスプレイパネル用基板）である。

【0049】

9は直角プリズムであり、反射面9aと2つの透過面9b、透過面9cとを有する。反射面9aには露光光の波長に対して高い反射率を有する反射膜が成膜されている。

【0050】

10は偏光ビームスプリッタであり、直角プリズム9の透過面9cに接合された下側の透過面には偏光分離膜が形成されている。

【0051】

11は収差補正のための補正プリズムであり、偏光ビームスプリッタ10の上側の透過面に接合された透過面11aと、2つの透過面11b、11cとを有する。

【0052】

13は導光素子（プリズム）であり、直角プリズム9の透過面9bの上部に接合された透過面13aと、反射面13bおよび透過面13cとを有する。反射面13bには、露光光の波長に対して高い反射率を有する反射膜が成膜されている。

【0053】

12a、12bは $\lambda/4$ 板であり、それぞれ補正プリズム11の上面の透過面11bと導光プリズム13の上面の透過面13cとに接合されている。

【0054】

14は反射ミラーであり、反射面14aには、露光光の波長に対して高い反射率を有する反射膜が成膜されている。

【0055】

以上の直角プリズム9から平行平板14までの光学素子は相互に接合されて一体的に構成されている。また、これらの光学素子と凸面鏡53および凹面鏡54により投影系が構成されている。

【0056】

また、15は第1の照明系であり、超高圧水銀ランプを光源として有し、マスク1の連続照明を行う。この第1の照明系15は、光源16と、楕円ミラー17と、球面ミラー18a～18cと、反射ミラー19とにより構成されている。

【0057】

一方、20はフラッシュ照明またはパルス照明が可能な第2の照明系である。

【0058】

また、28は、液晶ディスプレイパネル用の基板や半導体基板等の被露光基板25を搭載する基板ステージであり、投影系からの投射光軸に略直交する方向に駆動される。この基板ステージ28の位置は、位置計測器27により計測される。

【0059】

26は第1および第2の照明系における照明光の照射動作や、基板ステージ28のスキャン駆動等を制御する制御回路である。

【0060】

図4において、マスク1が投影露光装置内のマスク設置位置に固定された後、制御回路26の制御による第1の照明系15からの照明光の照射が開始される。

【0061】

第1の照明系15の光源16から発した光の性質は、時間的にも空間的にもインコヒーレントな光である。光源16から発した光束の一部は、楕円ミラー17にて反射し、空中に2次光源を形成する。この2次光源からの光束は、球面ミラー18a～18cにて反射することにより、断面が円弧状であるスリット照明光束となる。なお、複数の平面ミラー19は照明光束を投影系における直角プリズム9の側面透過面9bの下部に導光する。

【0062】

直角プリズム9の側面透過面9bの下部に入射したスリット照明光束は、この直角プリズム9の反射面（反射膜）9aによってマスク1に向かう方向（上方）に反射される。そして、この反射後の照明光束は、直角プリズム9の透過面9cから射出するとともに偏光ビームスプリッタ10の偏光分離膜によってS偏光光

と P 偏光光とに分離される。S 偏光光と P 偏光光のうち偏光分離膜を透過した偏光光は偏光ビームスプリッタ 10 を透過し、さらに補正プリズム 11 および $\lambda/4$ 板 12 a を透過して、マスク 1 の裏面に円弧状の第 1 の照明領域（図 1 に示した照明領域 4 に重なる領域）を形成するように照射される。

【0063】

また、S 偏光光と P 偏光光のうち偏光分離膜で反射した偏光光は、偏光ビームスプリッタ 10 にて反射されて導光プリズム 13 に入射し、この導光プリズム 13 の反射面 13（反射膜）b にて反射し、 $\lambda/4$ 板 12 b を透過して、マスク 1 の裏面のうち図 1 の左側の部分に円弧状の第 2 の照明領域を形成するように照射される。

【0064】

ここで、マスク 1 の第 1 のマスクパターン 2 は高反射特性を有するため、マスク 1 の裏面に 2 つの照明領域を形成した偏光光の一部はそれぞれ、第 1 のマスクパターン 2 での反射により再び $\lambda/4$ 板 12 a, 12 b を介して補正プリズム 11 および導光プリズム 13 に入射し、前述した光路を偏光ビームスプリッタ 10 まで戻る。

【0065】

但し、マスク 1 での反射前後（往路および復路）において、各偏光光は $\lambda/4$ 板 12 a, 12 b を 2 回通過するため、それらの偏光方向は先の偏光分離膜での反射および透過時での状態から 90° 変化する。このため、往路において偏光ビームスプリッタ 10 の偏光分離膜を透過した偏光光は、復路では偏光分離膜によって略 100% 反射される。また、往路において偏光分離膜で反射された偏光光は、復路では偏光分離膜を透過する。

【0066】

こうして第 1 のマスクパターン 2 で反射した 2 つの偏光光が合成されて 1 つの露光光束となる。この露光光束は、補正プリズム 11 の透過面 11 c から射出して、凹面鏡 24 の上部に入射する。凹面鏡 24 の上部で反射した露光光束は、凸面鏡 23 で反射し、再度凹面鏡 24 の下部で反射された後、反射ミラー 14 の反射面 14 a によって反射されて、該光束の焦点位置に配置された被露光基板 25

の表面上に投射される。これにより、被露光基板 25 の表面に第 1 のマスクパターン 2 の像が投影され、被露光基板 25 が露光される。

【0067】

ここで、被露光基板 25 は、基板ステージ 28 上に設置されており、この基板ステージ 28 によって、反射ミラー 14 からの露光光束の光軸（投射光軸）に対して略直交する方向（但し、第 1 のマスクパターン 2 の像の長さ方向）にスキャン駆動される。そして、このスキャン駆動中にも被露光基板 25 の表面に第 1 のマスクパターン 2 の像が投影されるので、被露光基板 25 上にそのスキャン駆動方向に良好な連続性を有する連続パターンが露光される。

【0068】

一方、制御回路 26 によって制御される第 2 の照明系 20 からは、被露光基板 25 の所定のスキャン駆動量ごとに、円弧状のフラッシュ照明光束又はパルス照明光束がマスク 1 の表面に照射される。これにより、図 1 に符号 4 で示した照明領域が形成される。

【0069】

ここで、第 2 の照明系 20 には、エキシマレーザなど、直線偏光光を発生でき、かつパルス照射可能な光源を使用するとよい。また、超高圧水銀ランプを光源とし、EO 素子や偏向ミラーと高速シャッタとを組み合わせる照明光を高速で間欠照射可能とした上で、第 2 の照明系 20 の内部に偏光板を設け、照明光を直線偏光光にするようにしてもよい。

【0070】

マスク 1 の表面に照射された照明光束（直線偏光光）のうち第 2 のマスクパターン 3 を透過した露光光束は、 $\lambda/4$ 板 12a および補正プリズム 11 を透過して偏光ビームスプリッタ 10 に入射し、偏光分離膜で反射される。

【0071】

偏光分離膜で反射された第 2 のマスクパターン 2 からの露光光束は、補正プリズム 11 の透過面 11c、凹面鏡 24 の上部、凸面鏡 23、凹面鏡 24 の下部および反射ミラー 14 の反射面 14a を介して、該光束の焦点位置に配置された被露光基板 25 の表面上に投射される。これにより、被露光基板 25 の表面に第 2

のマスクパターン 2 の像が間欠的に投影され、被露光基板 25 上に、第 2 のマスクパターン 2 と等倍（又は相似形状）の不連続周期パターンが露光される。

【0072】

図 5 は、本実施形態の投影露光装置（制御回路 26）の露光制御方法を示すフローチャートである。

【0073】

まず、制御回路 26 は、基板ステージ 28 のスキャン駆動を開始する。被駆動基板 25（基板ステージ 28）の駆動位置は位置計測器 27 によって常時計測され、制御回路 26 はこの計測結果に基づいて基板ステージ 28 を制御する。

【0074】

なお、円弧状スリット照明をスキャンする場合においては、図示しないが、第 1 の照明系 15 内にマスク 1 と共役な面を作り、その共役面上にマスキングブレードを設けることで、第 1 のマスクパターン 2 の照射タイミングをとり、被露光基板上 25 の連続パターンをそろえることができる。第 2 の照明系 20 についても同様である。

【0075】

ステップ（図では S と略す）1 において、被露光基板 25 上の露光開始目標位置が第 1 のマスクパターン像の投影位置に一致すると、制御回路 26 は、ステップ 2 で、第 1 の照明系 15 を照射（on）動作させ、照明光を第 1 のマスクパターン 2 に照射する。これにより、被露光基板 25 への連続パターンの露光が開始される。また、制御回路 26 は基板ステージ 28 の一定速度でのスキャン駆動を続行する。

【0076】

次に、ステップ 3 において、制御回路 26 は、上記位置計測器 27 の計測結果に基づいて、被露光基板 25 が第 2 のマスクパターン像の投影位置に到達したか否かを判別する。第 2 のマスクパターン像の投影位置に到達すると、制御回路 26 は、ステップ 4 で、第 2 の照明系 20 を照射（on）動作させ、照明光を第 2 のマスクパターン 3 に照射する。これにより、被露光基板 25 に、不連続周期パターン 25b の露光が行われる。

【0077】

次に、制御回路 26 は、ステップ 5 にて、不連続周期パターンの露光回数が目標回数に到達していないか否か（次の不連続周期パターンの露光があるか否か）を判別する。これは、予め投影露光装置の入力操作部等を通じて入力された不連続パターンの目標露光回数に対し、不連続周期パターンの露光が行われるごとに加算されたカウンタ値が到達したか否かによって判別される。

【0078】

ステップ 5 において、次の不連続周期パターンの露光がある場合は、制御回路 26 は、ステップ 3 に戻り、被露光基板 25 上の次の不連続周期パターンの露光位置が第 2 のマスクパターン 3 の投影位置に到達した時点から、第 2 の照明系 20 の光源を再び照射（on）動作させ、照明光を第 2 のマスクパターン 3 に照射するこれにより、被露光基板 25 に次の不連続周期パターンの露光が行われる。なお、この間も、第 1 の照明系 15 からは照明光が第 1 のマスクパターン 2 に照射されており、被露光基板 25 には連続パターンが露光されている。

【0079】

そして、不連続周期パターンの露光が繰り返され、ステップ 5 にて、次の不連続周期パターンの露光がなくなったときには、ステップ 6 に進み、制御回路 26 は第 1 の照明系 15 の光源をオフにして、一連（1つ）の露光工程としての連続パターンと不連続周期パターンの被露光部材 25 への露光を終了する。

【0080】

以上により、被露光基板 25 上にへの連続パターンの露光と不連続周期パターンの露光とを一連（1つ）の露光工程で完結することができる。

【0081】

本実施形態では、上述したようにマスク 1 は投影露光装置内のマスク設置位置に固定支持されており、被露光基板 25 のようにスキャン駆動されない。このため、マスク 1 における被露光基板 25 のスキャン駆動方向の長さを短くすることができる。したがって、マスク 1 の周辺領域（マスクパターン 2, 3 の形成領域外）を支持しても、マスク 1 は自重変形をほとんど生じない。したがって、投影系の焦点深度マージンを像面側（被露光基板 25 の平面度等の製造マージン）に

反映させることができ、信頼性の高い基板露光を実現することができる。

【0082】

図6には、上記マスクの変形例を示す。図5に示したマスク1'では、図1に示したマスク1における第1のマスクパターン2のみが形成されている領域（図の左側の部分）で、導光プリズム13によって第1の照明系15からの照明光が照射される領域に、投影系の解像力限界に近い高周波数の（言い換えれば、第1のマスクパターン2の最小パターン幅よりも小さい最小パターン幅を有する微細パターン露光用の）反射型の第3のマスクパターン2aを構成している。

【0083】

これは、本出願人も既に提案しているいわゆる多重露光（例えば、特開2000-91221号公報参照）を、図4に示した投影露光装置によって実現するためのものである。

【0084】

これにより、従来の多重露光工程が2段階の露光工程を必要としていたものを、1連（1つ）の露光工程で完結させることができる。しかも、このようにマスク1a'上で微細パターンを露光するためのマスクパターンと不連続周期パターンを露光するためのマスクパターンとを反射型と透過型とに分けることで、不連続周期パターンの露光プロファイルを改善でき、液晶ディスプレイパネル用基板の高画素化対応や歩留まり向上等に有効である。

【0085】

（第2実施形態）

図7には、本発明の第2実施形態である投影露光装置の構成を示している。第1実施形態では、第1の照明系からの照明光を投影系の一部を利用してマスクの第1のマスクパターン（反射型マスクパターン）に導くようにした場合について説明したが、本実施形態では、第1の照明系からの照明光を、投影系外からマスクの第1のマスクパターンに導くようにしている。

【0086】

なお、本実施形態において、第1実施形態と共通する構成要素には第1実施形態と同符号を付す。

【0087】

図7において、1”は第1実施形態にて説明したマスク1と同様に、反射型の第1のマスクパターンと透過型の第2のマスクパターンとを有するマスクである。但し、本実施形態のマスク1”は、図1に示したマスク1のように第1のマスクパターンが第2のマスクパターンの領域よりも長くなった領域を有さず、図1のマスク1の右側（照明領域4が形成される側）の部分のみを有する。

【0088】

また、図7において、15aは第1の照明系であり、超高圧水銀ランプを光源として有し、マスク1”の第1のマスクパターンを投影系側から照明する。この第1の照明系15aは、第1実施形態の第1の照明系と同様の構成要素により構成されている。また、15bは第2の照明系であり、超高圧水銀ランプを光源として有し、マスク1”の第2のマスクパターンを、マスク1”を挟んで投影系とは反対側から照明する。この第2の照明系15bも、第1の照明系15aと同様の構成要素により構成されている。これら第1および第2の照明系15a、15bは制御回路26’により照射制御される。

【0089】

22はマスク1からの露光光を凹面鏡24の上部に向けて反射する反射面22aと、凹面鏡24の上部から凸面鏡23および凹面鏡24の下部を介して入射した露光光を反射して被露光基板25に投射する反射面22bとを有する反射部材である。

【0090】

本実施形態では、従来用いられているミラー反射型のスリットスキャン露光装置とほぼ同様の投影系を有するが、マスク1は、投影系の入射・投射光軸に一致した第2の照明系15bの照射光軸に直交する面に対して角度 θ をなすように設置されている。これにより、第1の照明系15aからの照明光を無理なく投影系外からマスク1に照射することが可能となり、投影系の構成を簡単化することができる。

【0091】

ここで、第1の照明系15aの照明光軸は、物点位置で投影系の光軸と所定の

角度 2θ で交差している。そして、マスク 1 の傾斜角 θ は、第 1 の照明系 15 a の照明光軸と投影系の入射光軸とのなす角度 2θ の $1/2$ に設定されている。

【0092】

なお、マスク 1 の傾斜角 θ は、投影系の焦点深度マージンを阻害しない程度の小さな角度である。

【0093】

また、本実施形態では、制御回路 26' は、被露光基板 25 が載置された基板ステージ 28 を、ステップアンドリピート駆動し、この基板ステージ 28 が停止するごとに第 1 および第 2 の照明系 15 a, 15 b からマスク 1" に照明光を照射させる。本実施形態によれば、特に不連続周期パターンの露光時間を容易に確保することができる。また、本実施形態でも、各分割露光領域において、被露光基板 25 上に連続パターンと不連続周期パターンとを一連 (1 つ) の露光工程で露光することができる。

【0094】

(第 3 実施形態)

図 8 には、本発明の第 3 実施形態である投影露光装置の構成を示している。本実施形態は、上記第 2 実施形態の投影露光装置の第 2 の照明系 15 b に代えて、ArF 等のエキシマレーザ 21 を光源とした第 2 の照明系を採用した場合を示している。なお、本実施形態において、第 2 実施形態と共通する構成要素には第 2 実施形態と同符号を付す。

【0095】

本実施形態でも、不図示の制御回路は、被露光基板 25 が載置された基板ステージ 28 を、ステップアンドリピート駆動し、この基板ステージ 28 が停止するごとに第 1 および第 2 の照明系 15 a, 20 からマスク 1" に照明光を照射させる。

【0096】

なお、本実施形態では、第 2 りの照明系 20 の光源としてエキシマレーザを使用することにより、超高圧水銀ランプを光源とする第 2 実施形態に比べて、その照明光の波長が短いことにより、投影系の開口数 (NA) が同じでも、不連続周

期パターンの露光解像力を向上させることができる。

【0097】

(第4実施形態)

図9および図10には、本発明の第4実施形態である投影露光装置のうち投影系の構成を示している。上記第2および第3実施形態では、被露光基板25をステップアンドリピート駆動して被露光基板25に連続パターンおよび不連続周期パターンを逐次露光していく場合について説明したが、これら実施形態の投影系を用いて、第1実施形態にて説明したように被露光基板25をスキャン駆動しながら被露光基板25に連続パターンおよび不連続周期パターンを露光することも可能である。

【0098】

そもそも、スキャン型の投影露光装置は、スキャン駆動速度できるだけ上げて、歩留まりのスループットを向上させることが大きな目的の1つである。但し、被露光基板のスキャン駆動速度を上げると、不連続周期パターンの露光時間を確保するのが難しくなってくる。そこで、本実施形態は、被露光基板のスキャン駆動速度を上げても、不連続周期パターンの露光時間を確保することができるようにした投影露光装置を示している。

【0099】

本実施形態では、上記第2および第3実施形態にて説明したのと同様の投影系に、本実施形態にて特有の、揺動可能な平行平板32を追加した投影系を示している。なお、第2および第3実施形態と同様に、本実施形態でも、第1および第2の照明系は設けられるが、図9および図10では省略している。また、平行平板32は、第1実施形態にて説明した投影系にも用いることができる。

【0100】

平行平板32は、露光光に対して実質的に透明な（透過率が高い）材料により形成されており、駆動回路を含む駆動機構34によって、被露光基板25のスキャン駆動速度に合った速度で該スキャン駆動方向に揺動駆動される。また、駆動機構34は、不図示の第1および第2の照明系の光源等および基板ステージ28のスキャン駆動も制御する制御回路36によって制御される。

【0 1 0 1】

ここで、被露光基板 2 5 に不連続周期パターンを確実に間欠露光するためには、各間欠露光時に最適な露光時間を確保することが必要である。このため、本実施形態では、被露光基板 2 5 のスキャン駆動速度を上げてスループットを向上させるとともに、このスキャン駆動中にも不連続周期パターンの露光に必要な露光時間が得られるように、マスク 1” の第 2 のマスクパターンの像を、所要の露光時間の間、被露光基板 2 5 上の同一位置に保持できるようにする。

【0 1 0 2】

具体的には、平行平板 3 2 を、第 2 のマスクパターンの像が被露光基板 2 5 のスキャン駆動速度と等速度でスキャン駆動方向に移動するように揺動させる。これにより、平行平板 3 2 が上記方向に揺動している間は第 2 のマスクパターンの像を被露光基板 2 5 上の同一位置に保持することができ、不連続周期パターンの露光に必要な露光時間を確保することができる。

【0 1 0 3】

但し、不連続周期パターンが露光されている間、平行平板 3 2 の揺動により連続パターンを露光するための第 1 のマスクパターンの像も被露光基板 2 5 上の同一位置に保持されるため、連続パターンの連続性が損なわれてしまう。そこで、本実施形態では、以下の露光方法によって上記不都合を解消する。

【0 1 0 4】

図 1 1 のフローチャートは、本実施形態の投影露光装置（制御回路 3 6）の露光制御方法を示したものである。また、図 1 2 および図 1 3 には、この露光制御方法によってパターンが露光されていく被露光基板 2 5 を示している。

【0 1 0 5】

まず、制御回路 3 6 は、基板ステージ 2 8 のスキャン駆動を開始する。被駆動基板 2 5（基板ステージ 2 8）の駆動位置は位置計測器 2 7 によって常時計測され、制御回路 3 6 はこの計測結果に基づいて基板ステージ 2 8 を制御する。

【0 1 0 6】

なお、円弧状スリット照明をスキャンする場合においては、図示しないが、第 1 の照明系内にマスク 1” と共役な面を作り、その共役面上にマスキングブレー

ドを設けることで、第1のマスクパターン2の照射タイミングをとり、被露光基板上25の連続パターンをそろえることができる。第2の照明系についても同様である。

【0107】

ステップ（図ではSと略す）11において、被露光基板25上の露光開始目標位置が第1のマスクパターン像の投影位置に一致すると、制御回路36は、ステップ12で、第1の照明系を照射（on）動作させ、照明光を第1のマスクパターンに照射する。これにより、図12に示すように、被露光基板25への連続パターン25aの露光が開始される。また、制御回路36は基板ステージ28の一定速度でのスキャン駆動を続行する。

【0108】

次に、ステップ13において、制御回路36は、上記位置計測器27の計測結果に基づいて、被露光基板25が第2のマスクパターン像の投影位置に到達したか否かを判別する。第2のマスクパターン像の投影位置に到達すると、制御回路36は、ステップ14で、第2の照明系を照射（on）動作させ、照明光を第2のマスクパターンに照射する。これにより、被露光基板25に、図13に示す不連続周期パターン25bの露光が開始される。

【0109】

そして、この不連続周期パターンの露光開始タイミングに合わせて、制御回路36は、ステップ15にて、平行平板32の初期位置からの往路（被露光基板25のスキャン駆動方向と同じ方向への）揺動を開始させる。平行平板32を往路揺動させると、平行平板32の厚み t 、屈折率 n 、露光光波長 λ および揺動角 θ の変化によって、被露光基板25に対する投影光束の入射角度を維持したまま、両マスクパターン像を該往路揺動方向に移動させることができる。そして、この平行平板32の往路揺動速度を、スキャン駆動中の被露光基板25上での両マスクパターン像の投影位置が一定に保たれるように制御し、かつ不連続周期パターンの所要露光時間の間、平行平板32の往路揺動を行うことにより、スキャン駆動されている被露光基板25上で不連続周期パターンの適正な露光時間を確保することができる。

【0110】

制御回路36は、ステップ16で、平行平板32の往路揺動時間（不連続周期パターンの露光時間）が所要露光時間に達したか否かを判別し、所要露光時間に達したときには、ステップ17にて、第2の照明系からの照明光の照射をオフにし、さらにステップ18にて、平行平板32を元の揺動位置（初期位置）に向かって復路揺動させる。この復路揺動中でも、第1の照明系による第1のマスクパターンへの照明光の照射（すなわち、被露光基板25への連続パターンの露光）は続けられる。これにより、第1のマスクパターン像は被露光基板25上をそのスキャン駆動方向とは逆方向に移動することになり、被露光基板25上に露光される連続パターンが、次に不連続周期パターンとともに露光開始される位置まで延びることになる。したがって、連続パターンの連続性が確保される。

【0111】

また、平行平板32の復路揺動は、被露光基板25上の次の不連続周期パターンの露光位置が、平行平板32が初期位置にあるときの第2のマスクパターンの投影位置に到達する前までに完了する。こうして、ステップ19にて、平行平板32が初期位置に戻ったことが確認されると、制御回路36はステップ20にて平行平板32の復路揺動を停止させる。

【0112】

そして、ステップ21にて、制御回路36が不連続周期パターンの露光回数が目標回数に到達していないか否か（次の不連続周期パターンの露光があるか否か）を判別する。これは、予め投影露光装置の入力操作部等を通じて入力された不連続パターンの目標露光回数に対し、不連続周期パターンの露光が行われるごとに加算されたカウンタ値が到達したか否かによって判別される。

【0113】

ステップ21において、次の不連続周期パターンの露光がある場合は、制御回路36は、ステップ13に戻り、被露光基板25上の次の不連続周期パターンの露光位置が平行平板32が初期位置にある状態での第2のマスクパターンの投影位置に到達した時点から、第2の照明系の光源を再び照射（on）動作させ、照明光を第2のマスクパターンに照射するとともに、平行平板32の往路揺動

を開始させる（ステップ14，15）。これにより、被露光基板25に次の不連続周期パターンと連続パターンの露光が開始される。さらに、平行平板32の往路揺動時間が所要露光時間に達したときに（ステップ16）、第2の照明系の光源の発光をオフにし（ステップ17）、平行平板32を初期位置に復路揺動（ステップ18）させる。このときも、第1の照明系から第1のマスクパターンに対する照明光の照射、すなわち連続パターンの露光は継続される。

【0114】

そして、ステップ21にて、次の不連続周期パターンの露光がなくなったときには、ステップ22に進み、制御回路36は第1の照明系の光源をオフにして、一連（1つ）の露光工程としての連続パターンと不連続周期パターンの被露光部材25への露光を終了する。

【0115】

以上説明した露光工程の途中の状態であって、ステップ20まで完了した状態を、図12および図13（図12におけるB部の拡大図）に示している。

【0116】

これらの図において、被露光基板25上の露光済みの複数の不連続周期パターンを25bで示しており、この複数の露光済みの不連続周期パターン25bから図13中の右側（被露光基板25のスキャン駆動方向とは反対方向）に延出した、露光済みの連続パターン25aは、ステップ8～ステップ10における平行平板32の復路揺動中に露光されたものである。そして、この延出した連続パターン25aにつながるように、平行平板32の往路揺動中での露光が行われることにより、連続パターン25aの連続性が確保される。

【0117】

（第5実施形態）

図14には、本発明の第5実施形態である投影露光装置の構成を示している。上記各実施形態では、反射投影系を用いているが、本実施形態では、レンズ投影系を用いている。すなわち、本発明の、反射型マスクパターンと透過型パターンとを備えたマスクは、反射投影系を備えた投影露光装置だけでなく、レンズ投影系を備えた投影露光装置にも使用することができる。

【0118】

なお、本実施形態において、前述した各実施形態の投影露光装置と共通する構成要素には同一の符号を付して説明に代える。

【0119】

図14において、101は本発明の一実施形態としての投影露光用マスクである。このマスク101の構成を図15および図16（図14のC部の拡大図）に示す。

【0120】

このマスク101には、上記第2～第4実施形態にて説明したマスク1”と同様に、裏面側に被露光基板に連続パターンを露光するための反射型の第1のマスクパターン102が、表面側に被露光基板に不連続周期パターンを露光するための透過型の第2のマスクパターン103が形成されている。また、第1のマスクパターン102と第2のマスクパターン103は、照明光の照射領域104の長手方向に交互に配置されている。

【0121】

投影系をミラーにより構成した上記各実施形態のマスクでは、照明領域が円弧スリット形状となることから、これに合わせて第2のマスクパターンが円弧状に配列されていたが、本実施形態のマスク101は、投影系をレンズにより構成し、これに伴って照明領域が直線（矩形）スリット形状となることから、これに合わせて、第2のマスクパターン103が矩形状に配列されている。

【0122】

また、図14において、47は投影レンズであり、本実施形態の場合、マスク側がテレセントリックである方が都合がよい。なお、被露光基板側はテレセントリックでなくてもよい。本実施形態では、投影レンズ47として、n倍の片テレセントリックレンズを採用した場合について説明する。

【0123】

45は偏光ビームスプリッタである。46a、46bは $\lambda/4$ 板であり、偏光ビームスプリッタ45におけるマスク101および後述する高精細反射型マスク48と対向する面に設けられている。

【0124】

41は第1の照明系であり、超高圧水銀ランプからなる光源16と、楕円ミラー17と、インテグレートレンズ43と、コンデンサレンズ44とを有して構成されている。第1の照明系41は、偏光ビームスプリッタ45を介して、投射系側からマスク101に設けられた反射型の第1のマスクパターン102に照明光を照射する。

【0125】

また、第2の照明系20'は、マスク101を挟んで投射系とは反対側からマスク101に設けられた透過型の第2のマスクパターンに照明光を照射する。これら第1および第2の照明系41, 20'は、被露光基板25'を搭載した基板ステージ28のスキャン駆動を制御する制御回路（図示せず）により、スキャン駆動と同期して照射制御される。

【0126】

図17には、本実施形態の投影露光装置により、パターンが露光されている途中の被露光基板25'の様子を示している。

【0127】

図17において、被露光基板25'上の露光済みの連続パターン25a'と複数回露光された不連続周期パターン25b'とを示しており、この露光済みの不連続周期パターン25b'から図17中の基板25の右側（被露光基板25'のスキャン駆動方向とは反対方向）に延出した、露光済みの連続パターン25a'の間に次の不連続周期パターンが露光される。

【0128】

ここで、本実施形態の第1および第2の照明系41, 20'からマスク101に照射される照明光は、前述したように、直線（矩形）状のスリット照明光となっており、このスリット照明光の長手方向は、投影露光装置を示す図14の紙面に対して垂直な方向である。

【0129】

したがって、第1の照明系41に設けられたコンデンサレンズ44は、 unnecessary 部分を二方取りしたいわゆる小判型形状を有する。この第1の照明系41の光

源 16 から発せられる照明光は、楕円ミラー 17 により反射して 2 次光源を形成するよう一旦結像した後、インテグレートレンズ 42 によってその照明強度の分布が均一化される。コンデンサレンズ 44 には、直線スリット状に光束が入射し、集光されて偏光ビームスプリッタ 45 に入射する。

【0130】

偏光ビームスプリッタ 45 に入射した照明光束のうち、特定の偏光成分（P 偏光光又は S 偏光光）がこの偏光ビームスプリッタ 45 の偏光分離膜によってマスク 101 側に反射され、 $\lambda/4$ 板 46a を通過してマスク 101 の裏面側（投影レンズ側）の第 1 のマスクパターン 102 を照明する。第 1 のマスクパターン 102 で反射した露光光は、再度 $\lambda/4$ 板 46a を通過して偏光ビームスプリッタ 45 に再入射する。このように、露光光（照明光）は、 $\lambda/4$ 板 46a を往復（2 回）通過することで、その偏光方向が偏光分離膜での反射時に対して 90° 変化する。

【0131】

これにより、偏光ビームスプリッタ 45 に入射した露光光は、偏光分離膜を透過し、投影レンズ 47 を透過して、所定の投影倍率の第 1 のマスクパターン像が像面側の焦点位置に結像する。

【0132】

上記像面側の焦点位置には被露光基板 25' の表面が配置されており、投影レンズ 47 により投影された第 1 のマスクパターン像が露光される。そして、被露光基板 25' を、投影レンズ 47 の投影光軸に対して略直交する方向にスキャン駆動することにより、被露光基板 25' 上に、該スキャン駆動方向に延びる連続パターンが途切れることなく露光される。

【0133】

また、第 2 の照明系 20' が被露光基板 55 の所定駆動量ごとにマスク 101 の第 2 のマスクパターン 103 をフラッシュ又はパルス照明することにより、第 2 のマスクパターン 103 を透過した露光光は、 $\lambda/4$ 板 46a、偏光ビームスプリッタ 45 および投影レンズ 47 を通過して、被露光基板 25' 上に不連続周期パターンを露光する。

【0134】

これにより、被露光基板 25' には、連続した連続パターン 25a' と所定間隔を有する不連続周期パターンとが所定の間隔で一連の（1つの）露光工程で露光される。

【0135】

また、図 14 中に括弧書きで示したように、本実施形態においても、第 4 実施形態と同様に、投影系の最も像面側に平行平板 32 を揺動可能に配置することができる。

【0136】

この場合、不図示の制御回路により、上記第 4 実施形態にて図 11 のフローチャートを用いて説明したのと同様に、基板ステージ 28、第 1、第 2 の照明系 41、20' および平行平板 32 が制御される。

【0137】

また、本実施形態では、第 1 の照明系 41 は、光源 16 からのインコヒーレントな光束のうち、偏光ビームスプリッタ 45 の偏光分離面で反射された特定の偏光方向の偏光光のみを用いて露光光として利用しているが、偏光分離面を透過する偏光光を利用して、第 1 実施形態の変形例として説明した多重露光を行うことができる。

【0138】

この場合、図 14 に示すように、偏光ビームスプリッタ 45 の偏光分離面を透過した偏光光を $\lambda/4$ 板 46b を介して高精細反射型マスク 48 に照射する。この高精細反射型マスク 48 には、図 6 に符号 2a で示した第 3 のマスクパターンと同様に、第 1 のマスクパターン 102 の最小パターン幅よりも小さい最小パターン幅を有する微細パターン露光用の反射型マスクパターンが形成されている。

【0139】

この高精細反射型マスク 48 で反射した露光光は、 $\lambda/4$ 板 46b を介して偏光ビームスプリッタ 47 に戻るが、 $\lambda/4$ 板 46b を往復（2回）通過することで、偏光方向が先に偏光分離面を透過したときとは 90° 変わる。これにより、高精細反射型マスク 48 からの露光光は、偏光ビームスプリッタ 45 の偏光分離

膜で反射され、投影レンズ 47 に導かれる。

【0140】

この高精細反射型マスク 48 のパターン像は、マスク 101 の第 1 のマスクパターン 102 の像および第 2 のマスクパターン 103 の像に重畳され、投影レンズ 47 の焦点位置に設けられた被露光基板 25' の表面上に結像する。これにより、第 1 のマスクパターン 102 による連続パターンおよび第 2 のマスクパターン 103 による不連続周期パターンとともに、高精細反射型マスク 48 の微細パターンが被露光基板 25' に一連（1 つ）の露光工程で露光される。

【0141】

連続パターンと不連続周期パターンの露光プロファイルの向上に、微細パターンが寄与する点は、本出願人が多くの多重露光に関する提案において述べたのと同様である。

【0142】

なお、以上説明した第 1 から第 5 実施形態においては、マスクにおける連続パターン露光用の第 1 のマスクパターンを反射型マスクパターンとして構成し、不連続周期パターン露光用の第 2 のマスクパターンを透過型マスクパターンとして構成した場合について説明したが、第 1 のマスクパターンを透過型マスクパターンとし、第 2 のマスクパターンを反射型マスクパターンとしてもよい。

【0143】

また、上記各実施形態では、被露光基板に連続パターンと、一定の周期で繰り返される不連続周期パターン（独立繰り返しパターン）とを露光するためのマスクについて説明したが、本発明にいう不連続パターンについては、必ずしも一定周期で繰り返される必要はなく、個々が独立した（不連続の）パターンであればよい。

【0144】

さらに、上記各実施形態では、スキャン型およびステップアンドリピート型投影露光装置について説明したが、本発明は、ステップアンドスキャン型等、他の型の投影露光装置にも適用することができる。

【0145】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、マスクの駆動を行わなくても連続パターンの露光と不連続周期パターンの露光とを一連の露光工程で完結することができる。

【0 1 4 6】

また、マスクの駆動を行わずに被露光部材の駆動のみ行うことにより、マスクにおける被露光部材の駆動方向での長さを短くすることが可能となり、マスクをその周辺領域で支持した場合でもマスクの自重による変形を抑えることができる。

【0 1 4 7】

さらに、被露光部材のみ駆動制御すればよいので、マスクと被露光部材の双方を同期させて駆動制御する場合に比べて制御が簡素になり、露光性能の信頼性を高めることができる。しかも、マスクの小型化に伴ってマスクを低コスト化することもできる。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

本発明の第 1 実施形態である投影露光用マスクを表面側から見たときの図である。

【図 2】

図 1 の A 部の拡大図である。

【図 3】

図 1 に示したマスクの製造工程の説明図である。

【図 4】

図 1 に示したマスクを使用した投影露光装置の構成を示す図である。

【図 5】

図 1 に示した投影露光装置における露光制御を示すフローチャートである。

【図 6】

図 1 に示したマスクに微細マスクパターンを付加したマスクを表面側から見たときの図である。

【図 7】

本発明の第 2 実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図 8】

本発明の第 3 実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図 9】

本発明の第 4 実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図 1 0】

図 9 に示した投影露光装置の構成を示す図である。

【図 1 1】

図 9 に示した投影露光装置における露光制御を示すフローチャートである。

【図 1 2】

図 9 に示した投影露光装置によりパターン露光されている途中の被露光基板を示す図である。

【図 1 3】

図 1 2 における B 部の拡大図である。

【図 1 4】

本発明の第 5 実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示した投影露光装置に使用されるマスクを表面側から見たときの図である。

【図 1 6】

図 1 5 における C 部の拡大図である。

【図 1 7】

図 1 4 に示した投影露光装置によりパターン露光されている途中の被露光基板を示す図である。

【図 1 8】

従来の反射型投影露光装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

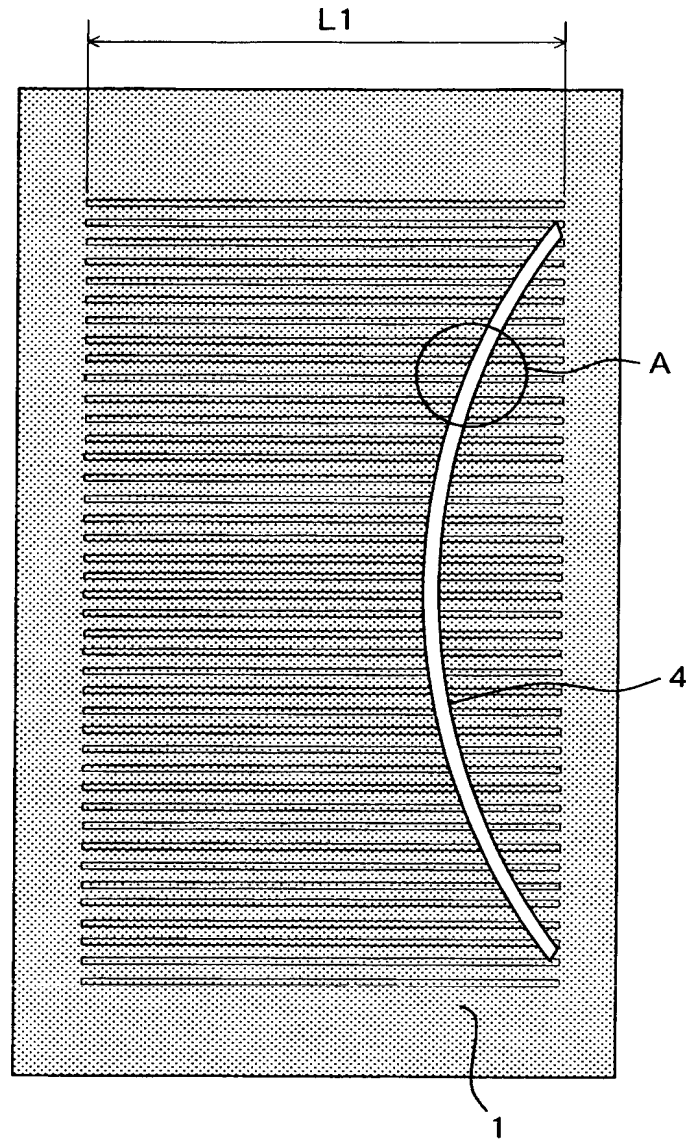
1, 1', 1'', 1 0 1 マスク

- 2, 1 0 2 第1のマスクパターン (反射型マスクパターン)
- 3, 1 0 3 第2のマスクパターン (透過型マスクパターン)
- 4, 1 0 4 照明領域
- 1 a マスク基板
- 5 反射膜
- 6, 7 フォトレジスト
- 8 反射防止膜
- 9 直角プリズム
- 1 0, 4 5 偏光ビームスプリッタ
- 1 1 補正プリズム
- 1 2 a, 1 2 b, 4 6 a, 4 6 b $\lambda/4$ 板
- 1 3 導光プリズム
- 1 4 反射ミラー
- 1 5, 1 5 a, 4 1 第1の照明系
- 1 5 b, 2 0, 2 0' : 第2の照明系
- 2 1 エキシマレーザ
- 2 5, 2 5' 被露光基板
- 2 6, 2 6', 3 6 制御回路
- 2 7 位置計測器
- 3 2 平行平板
- 4 7 投影レンズ
- 4 8 高精細反射型マスク

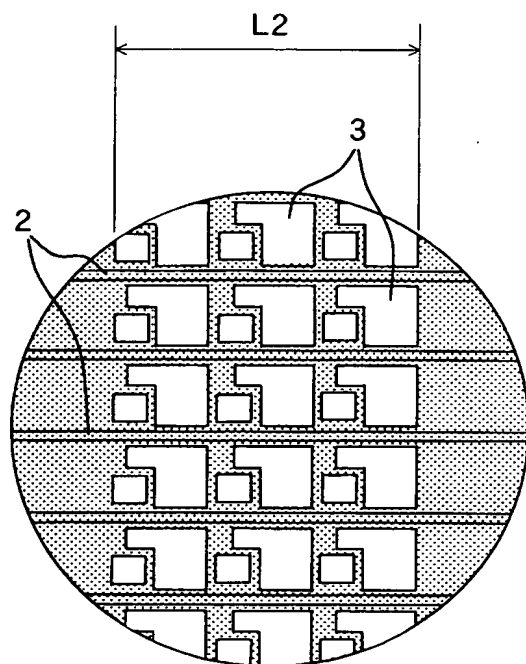
【書類名】

図面

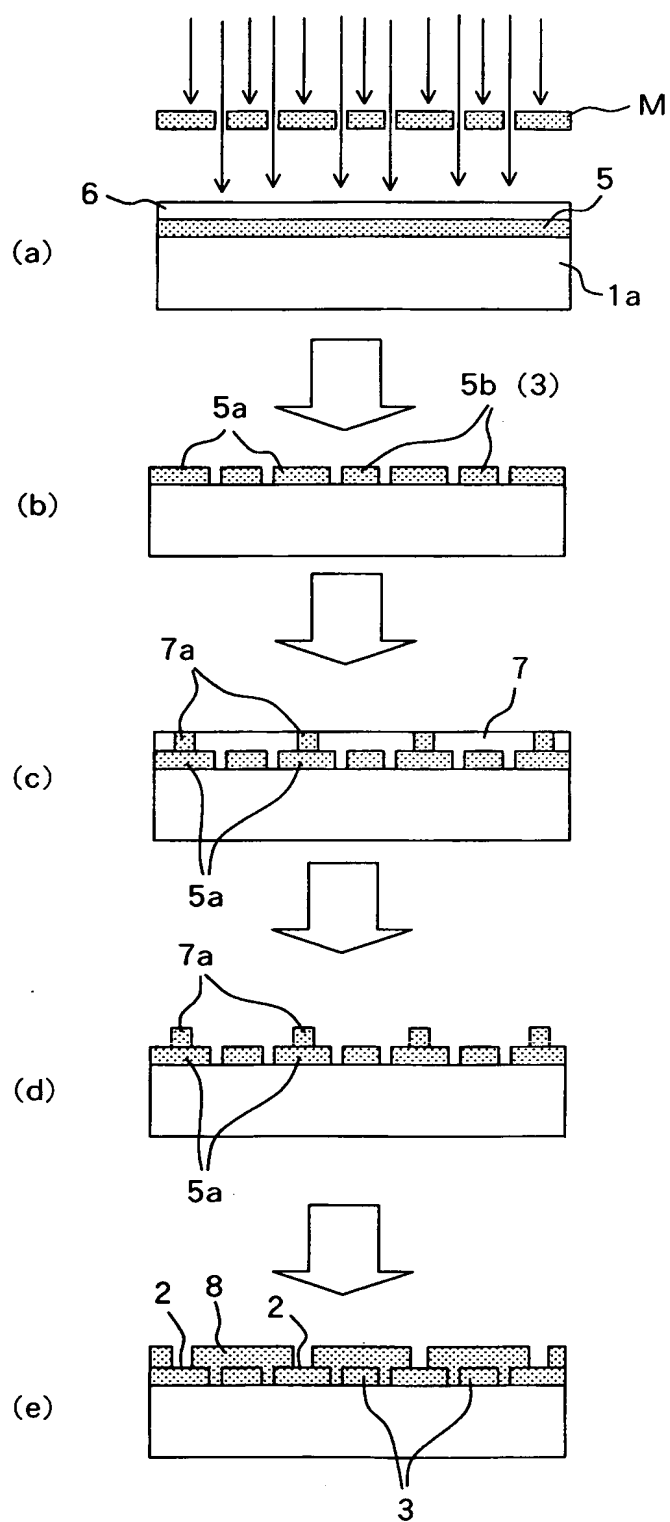
【図 1】



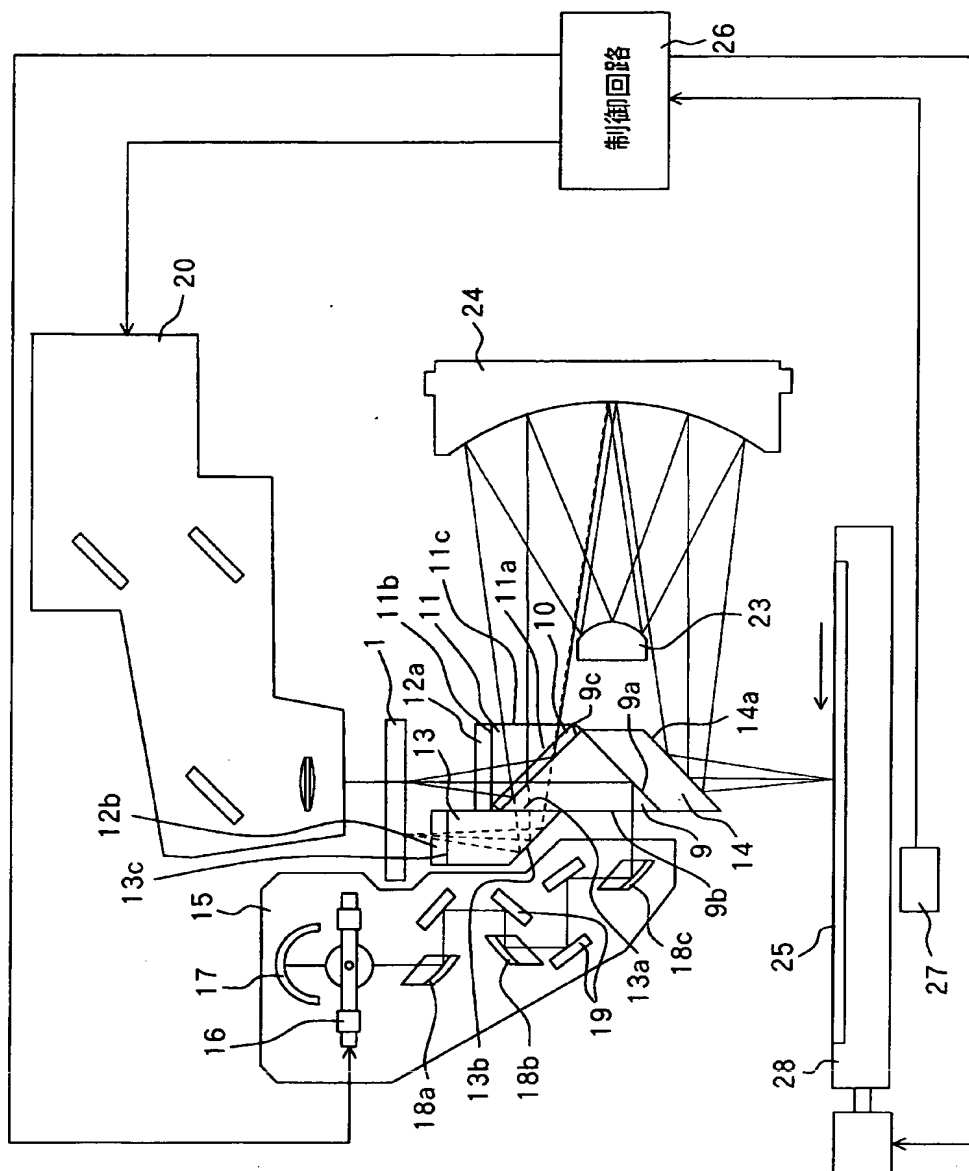
【図 2】



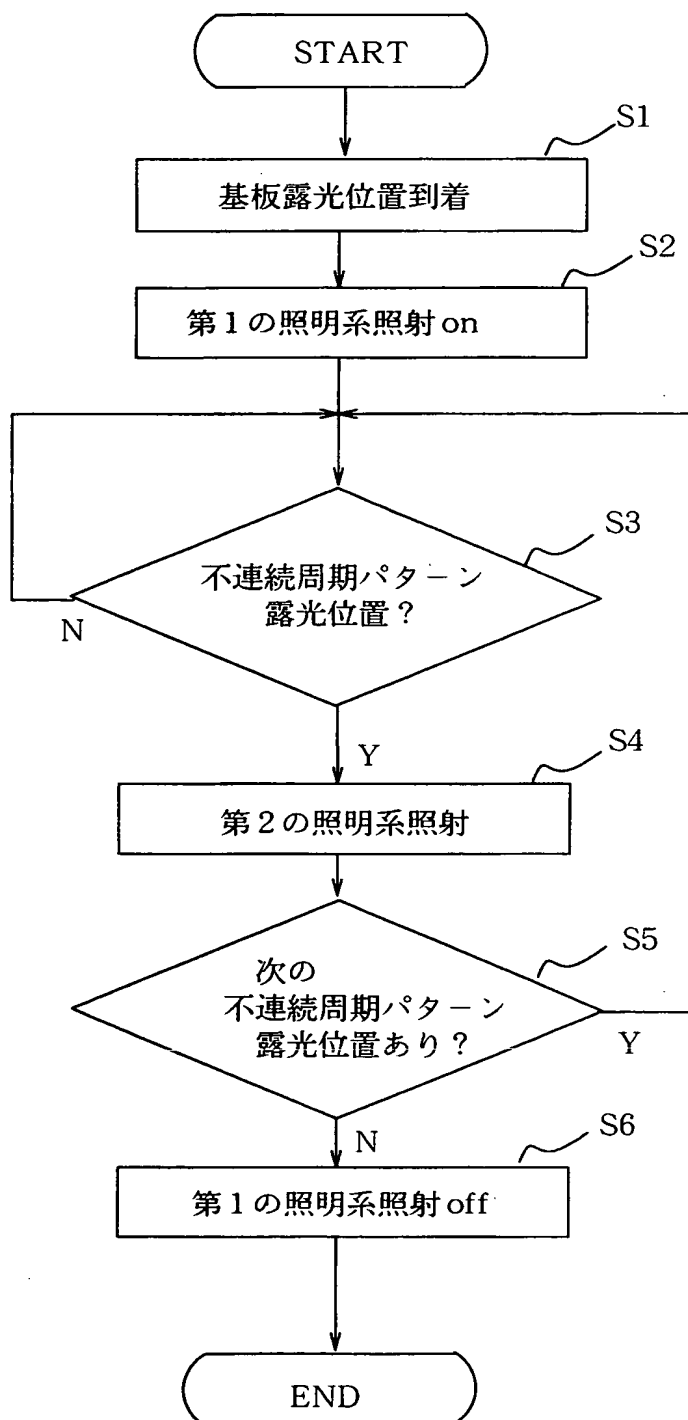
【図 3】



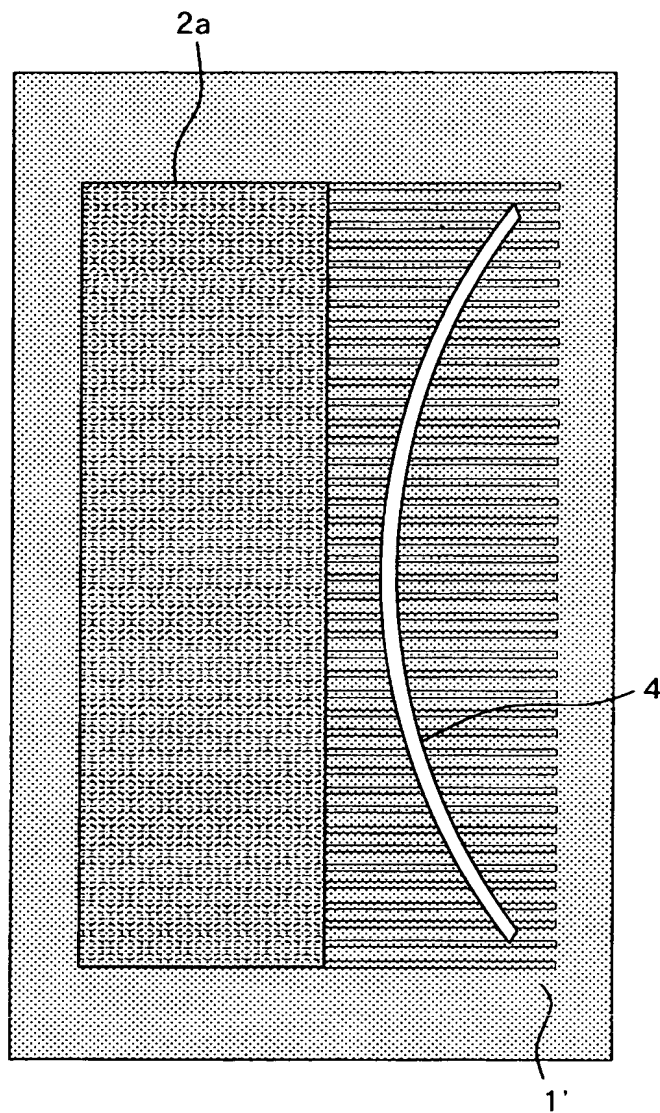
【図 4】



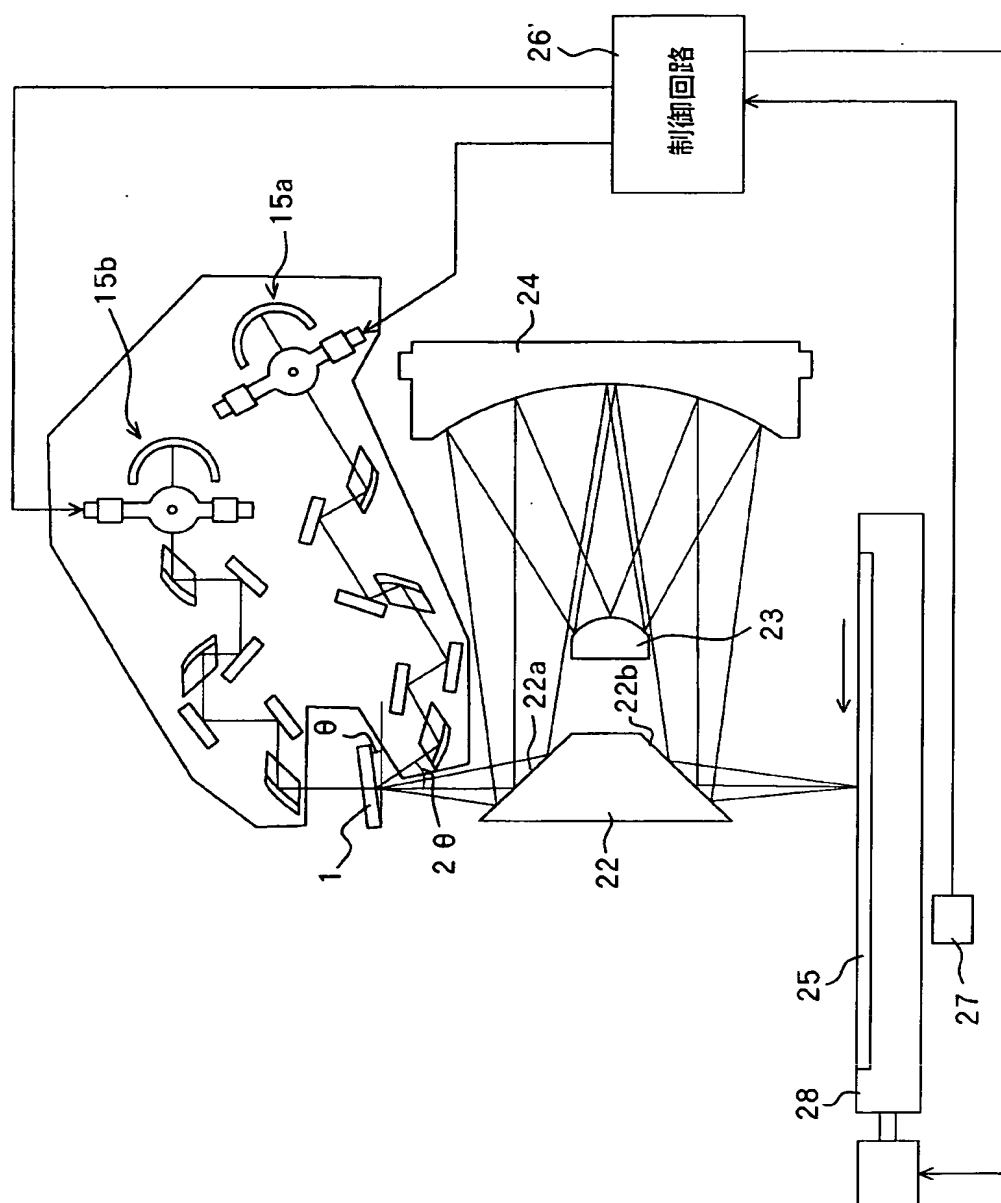
【図 5】



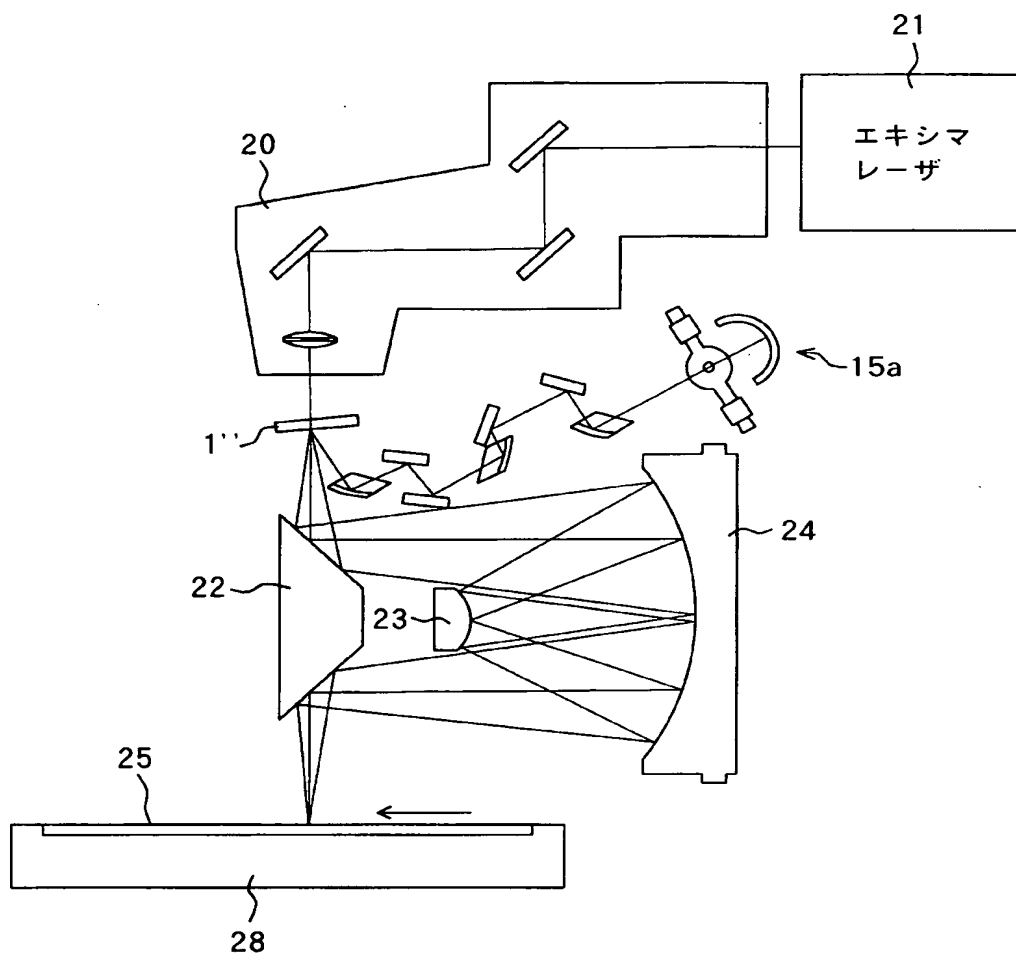
【図 6】



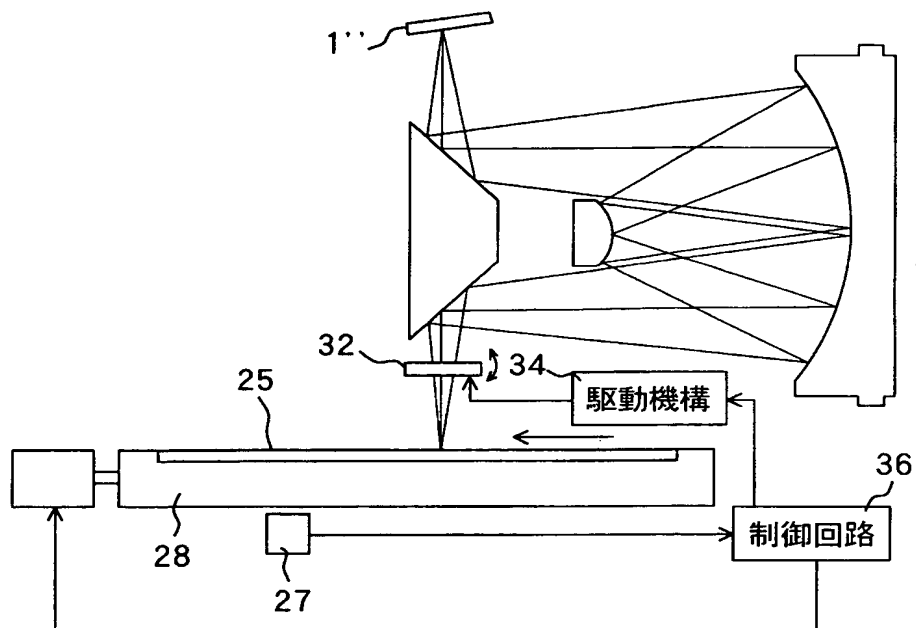
【図 7】



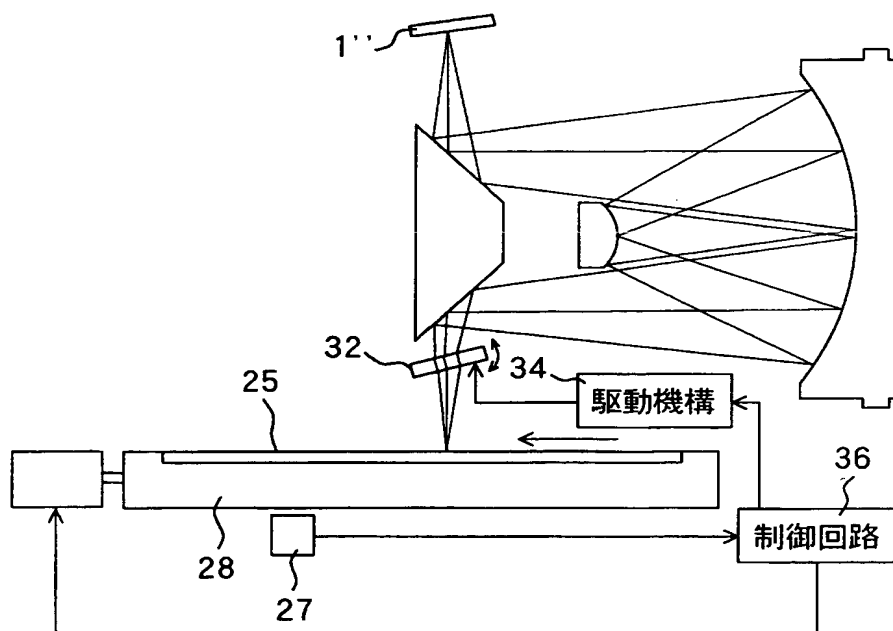
【図 8】



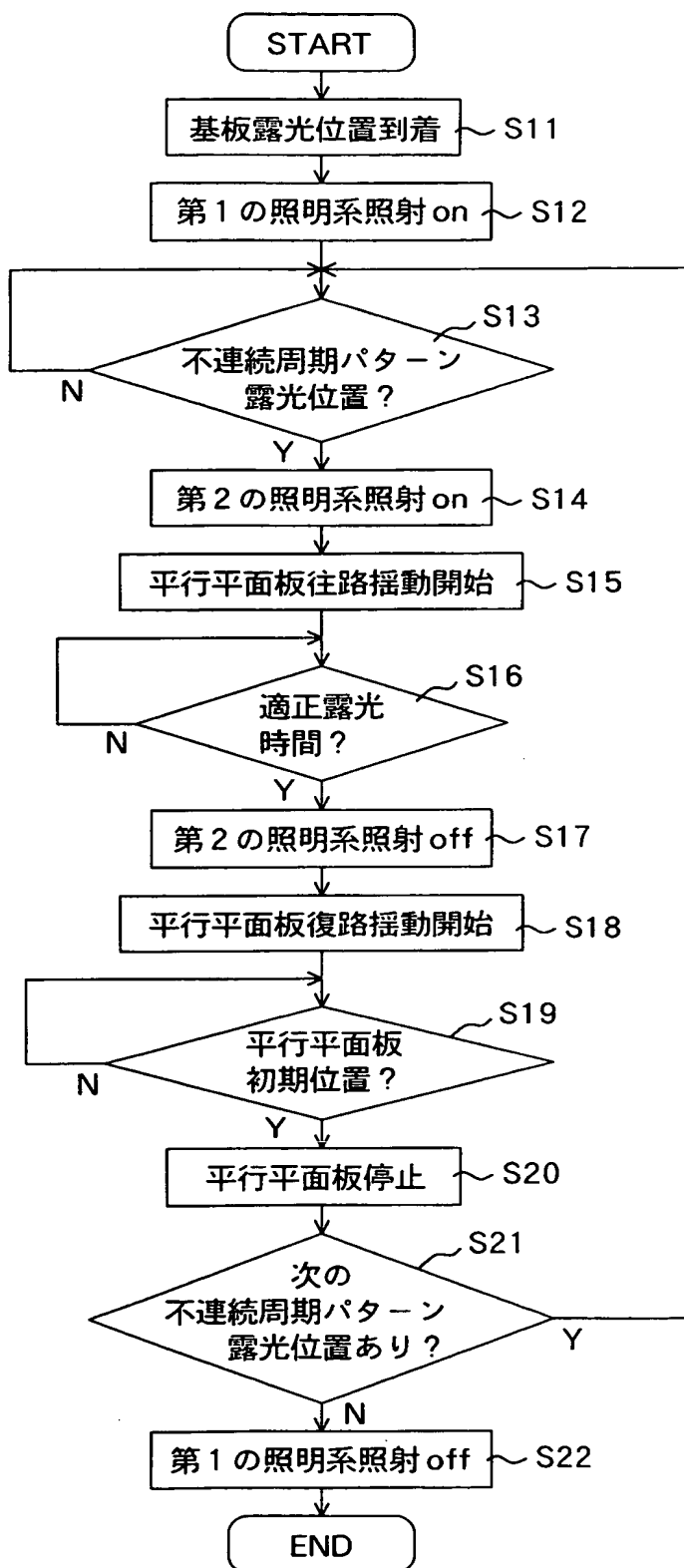
【図 9】



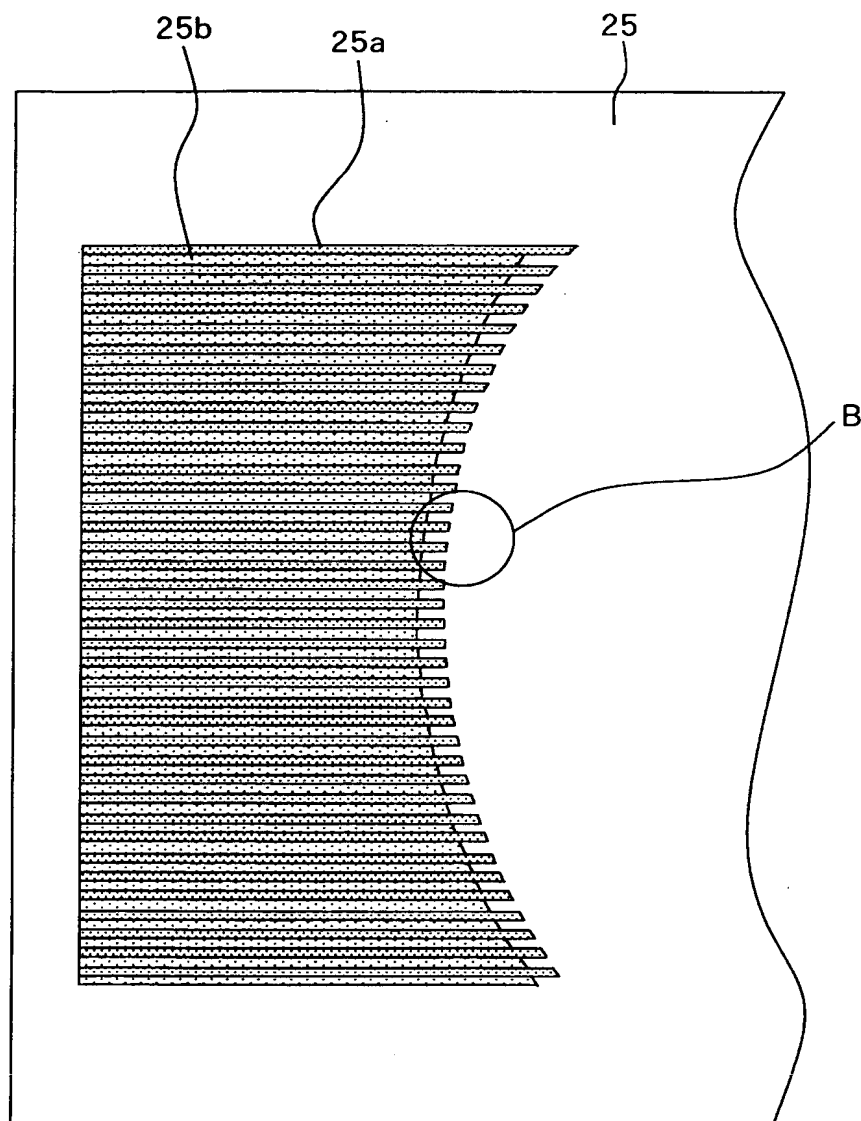
【図 10】



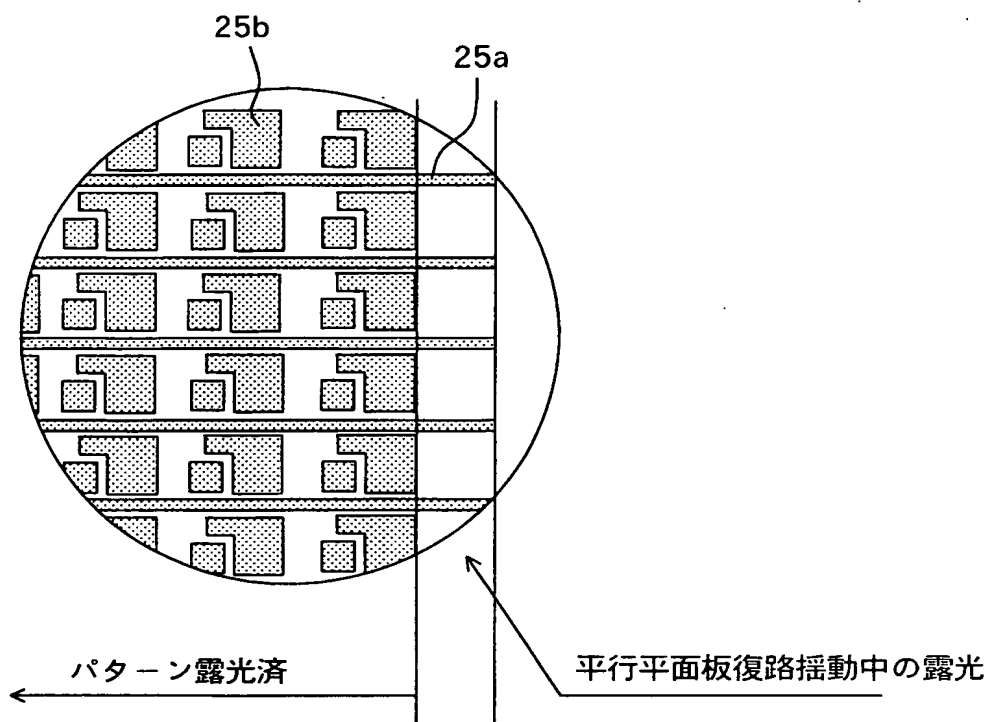
【図 11】



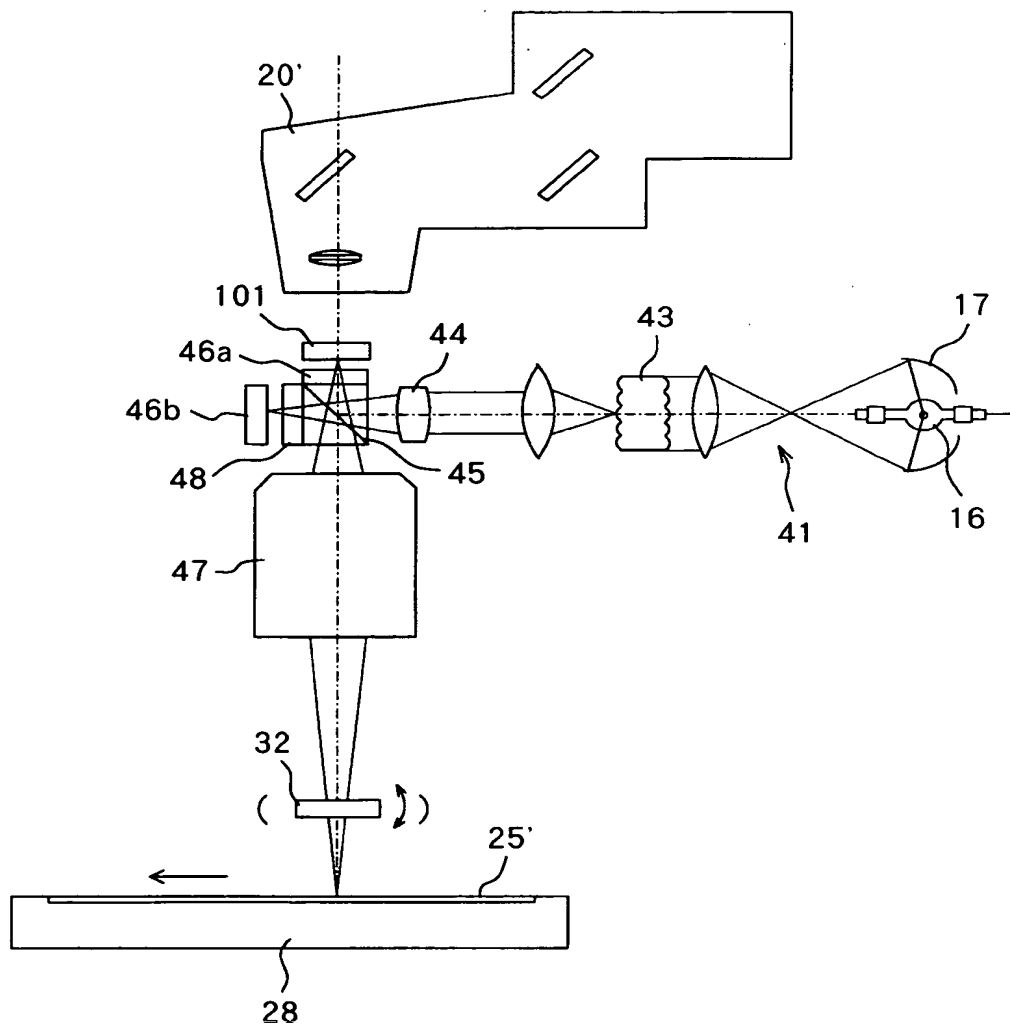
【図 12】



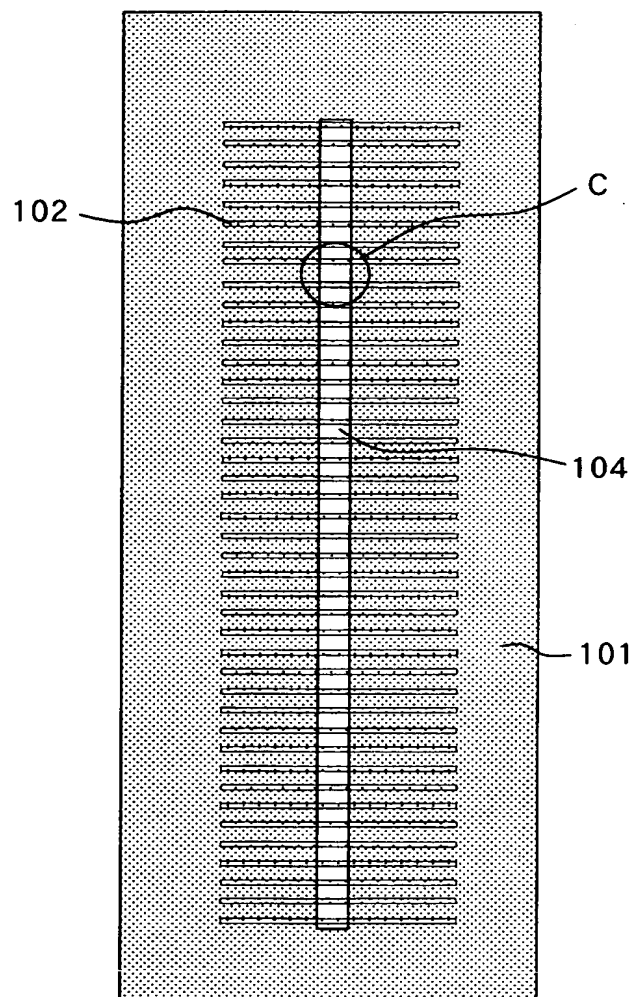
【図 13】



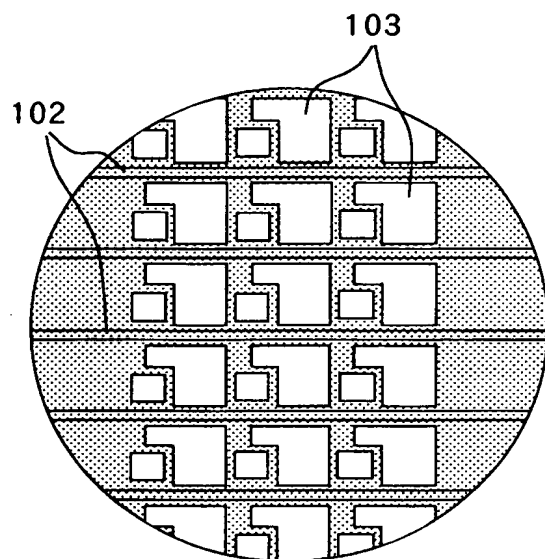
【図 14】



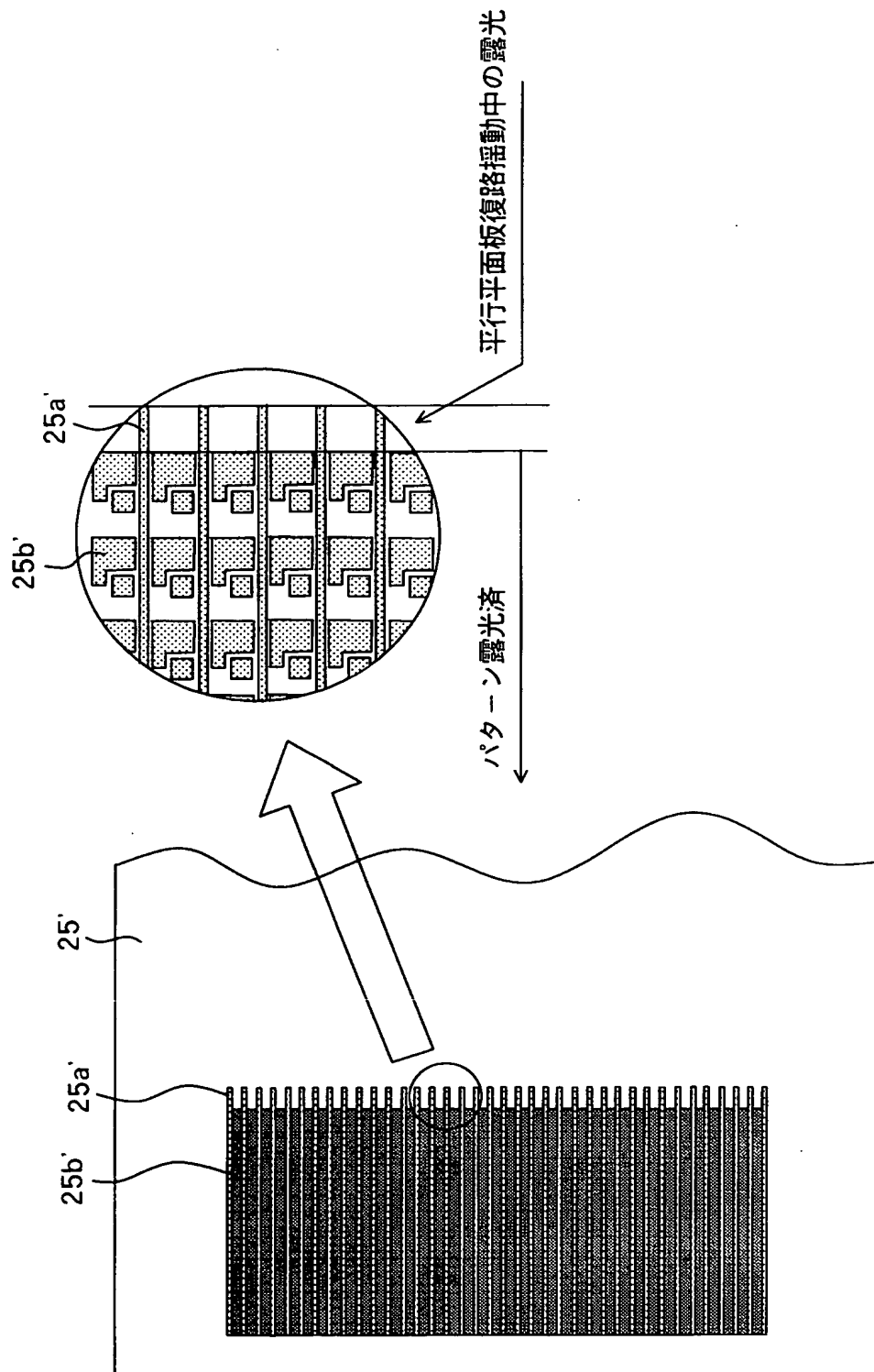
【図 15】



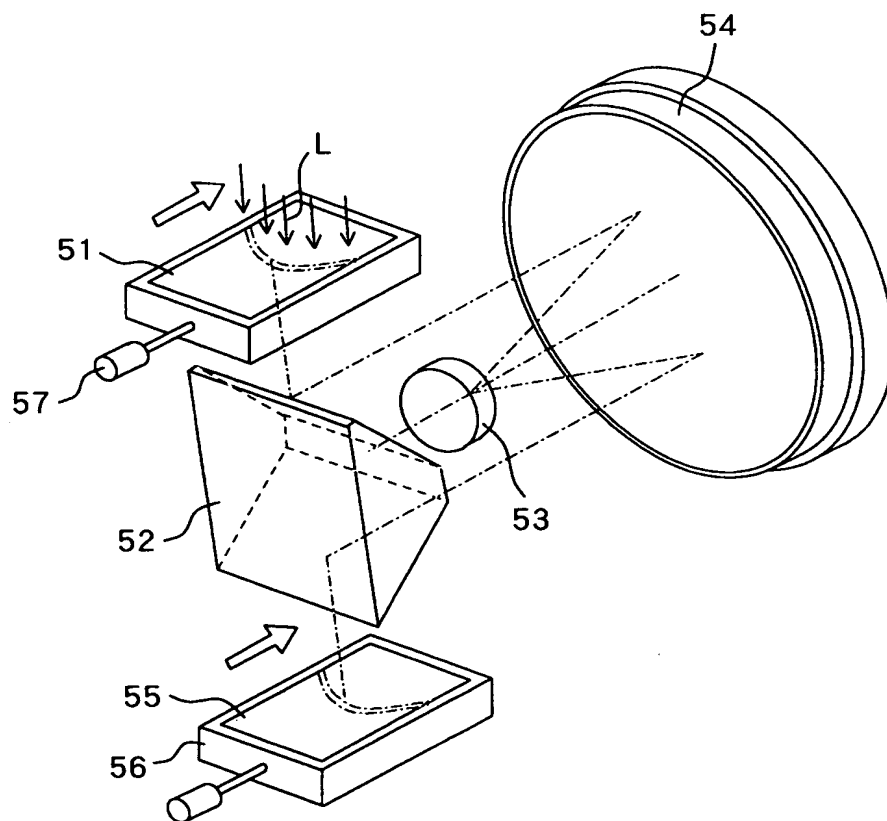
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【課題】 被露光基板に連続パターンと不連続パターンとを露光するための投影露光用マスクを製造容易にかつ安価で実現し、さらに被露光基板の歩留まり向上およびスループット向上を図る。

【解決手段】 投影露光用マスク 1 に、被露光部材に連続パターンを露光するための第 1 のマスクパターン 2 と、被露光部材に不連続パターンを露光するための第 2 のマスクパターン 3 とを設け、第 1 および第 2 のマスクパターンのうち一方のマスクパターンを反射型マスクパターンとし、他方のマスクパターンを透過型マスクパターンとする。そして、反射型マスクパターンを投影系側から照明し、透過型マスクパターンをマスクを挟んで投影系とは反対側から照明する。また、被露光部材は連続パターンの長手方向に移動させる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 5 1 7 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社